

⑫ 公開特許公報(A) 平4-134995

⑬ Int. Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号
H 04 Q 3/66
H 04 J 3/00
H 04 Q 3/545
11/04 3 0 1 B 8843-5K
7117-5K
8843-5K
8843-5K

⑭ 公開 平成4年(1992)5月8日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑮ 発明の名称 回線割当制御方式

⑯ 特 願 平2-257734

⑰ 出 願 平2(1990)9月26日

⑱ 発 明 者 嶋 田 勝 紀 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
⑱ 発 明 者 厚 木 岳 夫 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
⑱ 発 明 者 四 方 義 昭 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
⑲ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号
⑳ 代 理 人 弁理士 井出 直孝

明 細 書

1. 発明の名称

回線割当制御方式

2. 特許請求の範囲

1. 時分割された通信チャネルより構成された回線が複数回線存在する回線群と、

接続された端末装置を前記回線群に接続する一線接続装置を持つ複数のノードと、

前記回線群の通信状態を管理する回線制御装置と

を備えた時分割多重通信システムにおける回線割当制御方式において、

前記回線制御装置は、通信速度が異なる複数の呼に対して各ノードからの要求に基づいて呼ごとにチャネル割付けを行う構成であり、同一タイムスロット上に一つの通信チャネルも割り当てられていない空きタイムスロット数があらかじめ定められた一定数以上存在するときに通信チャネルを

割り当てる空きタイムスロット数制御手段を含むことを特徴とする回線割当制御方式。

2. 前記空きタイムスロットの一定数が、複数の通信速度に対し、通信速度ごとに個々に設定された請求項1に記載の回線割当制御方式。

3. 前記空きタイムスロットの一定数が、個別のノード間ごとに設定された請求項1に記載の回線割当制御方式。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、時分割多重通信システムにおける回線割当制御方式に利用する。

本発明は、特に、通信速度の異なる複数のサービスを提供する時分割多重通信システムにおける通信速度ごと、およびノード間ごとの通信品質を制御する回線割当制御方式に利用する。

〔従来の技術〕

近年、通信需要の増大が進む通信回線の大容量化が求められる一方、通信需要には時間分布がある

り、各端末ごとあるいはノードごとの最大通信量の総和に基づく回線構成はネットワーク構成上からは品質過剰になる問題がある。

このため、一般的には回線を各ノードで共用できるバス型構成を取り、回線形態と回線接続装置数を所定の通信品質を満足するように柔軟に變化させている。この方式は、一回線を周波数軸上で多重して利用するFDMA方式、または時間軸上で多重するTDMA方式等で実現されている。現状では時間軸上でタイムスロットごとに分割されたチャネルを持つ一本のキャリアを各ノードで共用するシングルキャリアTDMA方式が主に利用されている。

一方、加入者層の基盤化を目的として、1回線の容量を小さくした複数の回線（回線群）を用いて、各ノードの接続装置をいずれの回線にも接続可能とするマルチキャリアTDMA方式が提案されている。

通信速度の異なる複数のサービスを提供するシステムにおいては、通信速度により回線品質に差

異が生ずるという問題点があるため、呼損となる条件を變化させて通信速度による回線品質の差を解消できる回線割当制御方式は重要である。

従来の回線割当制御方式としては、最大必要チャネル数と対象とする呼のチャネル数の差を、回線あるいは全てのノードの回線群接続手段で留保しておくチャネル数留保方式が存在する。

【発明が解決しようとする課題】

以上説明した、シングルキャリアTDMA方式では、キャリア上のチャネルが使用中であると、そのチャネルに対応するタイムスロット位置は、当該チャネルを使用するノード以外の全てのノードで使用不可となるため、空きチャネルの数だけ管理すればよく、従来のチャネル数留保方式は非常に簡単なロジックで実現することができる。

しかし、マルチキャリアTDMA方式では、同一のタイムスロットに複数の通信チャネルが存在する。従って、従来のチャネル数留保方式では、シングルキャリアTDMA方式を対象とするため、チャネル割付が可能な空きチャネル数があれば割

付が可能であっても、マルチキャリアTDMA方式においては、タイムスロットの異なる所要数の空きチャネルが存在しないと、割り付けが不可能となる。

この一例を第3図(a)、(b)および(c)に示す。

第3図(a)、(b)および(c)において、 N_1 および N_2 はノード、 N_{11} および N_{12} はその回線接続装置の送信部、 N_{21} および N_{22} はその受信部、 L は個別の回線、 L_1 、 L_2 を含む回線群、ならびに T_1 、 T_2 、 T_3 はタイムスロットで、斜線を施した部分は使用中のチャネルを表し、○は空きチャネルを表す。

発着信ノードには同時に一呼のみが存在するものとすれば、呼の生じた状態では8タイムスロット全て空いている。第3図(b)に示すように、回線群に12個の空きチャネルが存在する状態において、タイムスロットの異なる空きチャネル数は4個しかないので、4チャネル呼は割り付け可能であるが、6チャネル呼は、回線群に空きタイムスロットが不足するために割り付け不可能となる欠

点がある。

本発明の目的は、前記の欠点を除去することにより、マルチキャリアTDMA通信方式により通信速度の異なる複数のサービスを提供する時分割多重通信システムにおいて、回線の効率的利用を行うために、通信速度による通信品質の差を生じないように通信チャネルを割り当てる回線割当制御方式を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

本発明は、時分割された通信チャネルより構成された回線が複数回線存在する回線群と、接続された端末装置を前記回線群に接続する回線接続装置を持つ複数のノードと、前記回線群の通信状態を管理する回線制御装置とを備えた時分割多重通信システムにおける回線割当制御方式において、前記回線制御装置は、通信速度が異なる複数の呼に対して各ノードからの要求に基づいて呼ごとにチャネル割付けを行う構成であり、同一タイムスロット上に一つの通信チャネルも割り当てられていない空きタイムスロット数があらかじめ定めら

れた一定数以上存在するときに通信チャネルを割り当てる空きタイムスロット数制御手段を含むことを特徴とする。

また、本発明は、前記空きタイムスロットの一定数が、複数の通信速度に対し、通信速度ごとに個々に設定されることが好ましい。

また、本発明は、前記空きタイムスロットの一定数が、個別のノード間ごとに設定されることが好ましい。

【作用】

回線制御装置は、空きタイムスロット数制御手段により、回線群内の通信チャネルを時間軸上で区切られたタイムスロットの時間位置で管理し、この回線群内の複数の回線において、同一タイムスロット上に1通信チャネル以上の使用していない通信チャネルが存在する空きタイムスロット数が、全体、ノード間ごと、あるいは通信速度ごとの任意に設定できる一定数以上存在する場合のみ通信チャネルを割り当て、前記空きタイムスロット数が一定数より少ない場合には割当てを行わな

い。

従って、簡単な制御論理で通信速度ごと、および接続装置間ごとの通信品質を柔軟に制御し、通信速度による通信品質の差をなくすることができる。

【実施例】

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

第1図は、本発明の一実施例を示すブロック構成図で、マルチキャリアTDMA通信方式による時分割多重通信システムを示す。

本実施例は、時分割された通信チャネルより構成された回線が複数回線 $L_1 \sim L_N$ が存在する回線群 L と、接続された端末装置 $T_{11} \sim T_{1N}$ を回線群 L に接続する回線接続装置 $N_{11} \sim N_{1N}$ をそれぞれ持つ複数のノード $N_1 \sim N_N$ と、回線群 L の通信状態を管理する回線制御装置 C とを備えた時分割多重通信システムにおける回線割当制御方式において、

本発明の特徴とするところの、回線制御装置 C は、通信速度が異なる複数の呼に対して各ノード

$N_1 \sim N_N$ からの要求に基づいて呼ごとにチャネル割付けを行う構成であり、同一タイムスロット上に一つの通信チャネルも割り当てられていない空きタイムスロット数があらかじめ定められた一定数以上存在するときに通信チャネルを割り当てる空きタイムスロット数制御手段 C を含んでいる。

そして、空きタイムスロットの一定数は、複数の通信速度に対し、通信速度ごとに個々に設定され、または、空きタイムスロットの一定数が、個別のノード間ごとに設定される。

次に、本実施例の動作について、第2図(a)～(d)に示す回線割当説明図を参照して説明する。なお、図は、回線群 L が個別の回線 $L_1 \sim L_N$ を含む、タイムスロットが $T_1 \sim T_{10}$ の10タイムスロットの場合を表しており、図中、斜線を施した部分は使用中のチャネル、○は空きチャネルを表し、下段の○で囲んだ数値は当該タイムスロットに存在する空きチャネル数を表している。

ノード $N_1 \sim N_N$ の回線群接続装置 $N_{11} \sim N_{1N}$ 、

内の送受信部(N_{11} , N_{1N})は、一ノードごとにタイムスロット $T_1 \sim T_N$ でそれぞれ異なる回線 $L_1 \sim L_N$ のタイムスロット $T_1 \sim T_N$ に接続可能である。

呼が端末 T_{11} より生じると、回線群接続装置 N_{11} より必要チャネル数の情報を回線制御装置 C に送り、回線制御装置 C が回線 L 上の空きチャネルを含むタイムスロットを数えて回線の割当を行い、空きタイムスロット数制御手段 C により、発信側ノード N_1 の回線群接続装置 N_{11} から制御回線を通して着信側ノード N_N の回線群接続装置 N_{1N} までの通信経路を設定し、端末装置 T_{11} と端末装置 T_{1N} が接続される。

この場合における回線割当制御を第2図(a)～(d)を用いて説明する。

回線群 L のタイムスロット $T_1 \sim T_{10}$ にはそれぞれ0～6個の空きチャネルが存在し得る。回線制御装置 C は空きタイムスロット数制御手段 C により、各々のタイムスロットに存在する空きチャネルの数にかかわらず、回線 L 上の空きチャ

ネルを持つタイムスロット数を数える。第2図(a)では、全チャネルが使用中であるタイムスロットT: 9を除く9タイムスロットに空チャネルが存在する。この空きタイムスロット数が通信速度あるいはノード間により定められた一定数に達しない場合には、回線の割当てを行わない。

この一定数を小さく設定した接続装置間は、大きく設定したノード間にして呼損となる条件が度く、通信品質が向上する。

ここでは、上下同速度の双方向呼で2チャネル必要な呼と6チャネル必要な呼の混在する状態を考えて、2チャネル呼は6チャネル呼との差である4個のタイムスロットを残すようにチャネル割り付けを行う。

まず6チャネル呼が生じると、回線割当管理は、前回の検索終了の次のタイムスロット位置から空きチャネルを検索し、空きチャネルを持つタイムスロットが6以上存在することを確認の上、第2図(b)でAを付記して示したように、空きチャネルを持つタイムスロットが多く残るようにチャ

ネルを割り付ける。

次の6チャネル呼も同様に、第2図(c)でBを付記して示したようにチャネルを割り付ける。

次に生じた2チャネル呼に対して、2チャネルを割り付けると、第2図(d)に示すように、空きチャネルを持つタイムスロット数が3になるので、割付を行わず呼損とする。

すなわち、ある状態で生じた2チャネル必要とする呼に対し、最も多くのチャネルを必要とする呼との差分だけの回線上タイムスロットに空きチャネルを残せるか、ここでは空きチャネルの存在するタイムスロットが4個存在するか否かを判断してから割り当てを行う。

以上により、当該状態で生じた呼の通信速度にかかわらず同一の条件で回線上のチャネル割当の可否を決定すれば通信速度ごとの通信品質の差が生じにくくできる。

また、この一定数をノード間ごと、または通信速度ごとに任意に設定することにより、回線群に上下異速度通信や同報通信などの異なった通信速

度を持つサービスが混在した場合に、特定のサービスあるいは特定のノード間の通信品質を調整させることができる。

【発明の効果】

以上説明したように、本発明による回線割当制御方式を用いることにより、回線上のチャネル割当の可否を決定する条件を柔軟に制御でき、通信速度ごと、ノード間ごとの通信品質の差を小さくすることができ、また、特定のサービス、接続装置間の通信品質を柔軟に制御することも可能である効果がある。

さらに、本発明は、回線上で空きチャネルが存在するタイムスロット数のみ管理すればよいから、制御処理に与える影響も小さく、簡単な制御逻辑で実現が可能である効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示すブロック構成図。

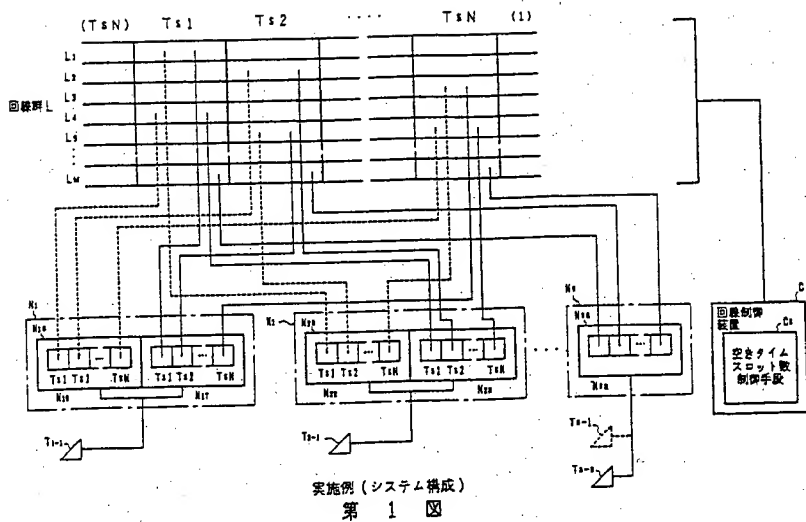
第2図(a)～(d)はその回線割り当て方法を示す説

明図。

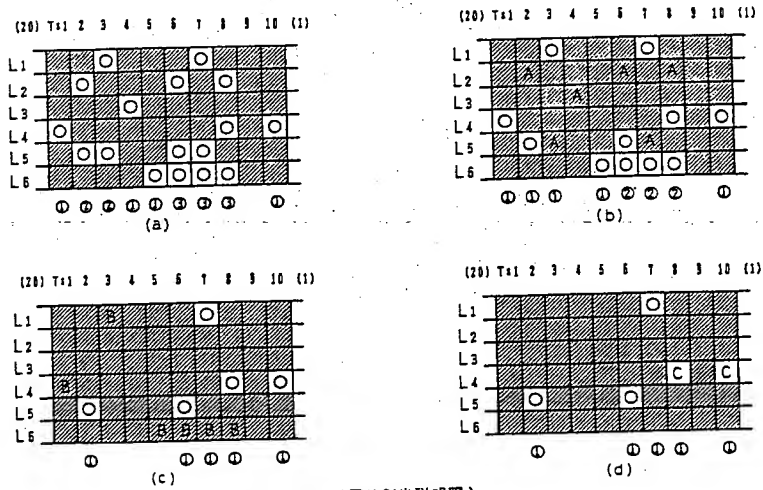
第3図(a)～(c)は従来例における回線割り当て方法を示す説明図。

C…回線制御装置、C₁…空きタイムスロット数制御手段、L…回線群、L₁…L_n…回線、N₁…N_n…ノード、N₁₁…N_{1n}…回線接続装置、N₁₁₁…N_{11n}…受信部、N₁₂₁…N_{12n}…送信部、T₁₁₁…T_{11n}…端末、T₁…T_n…タイムスロット。

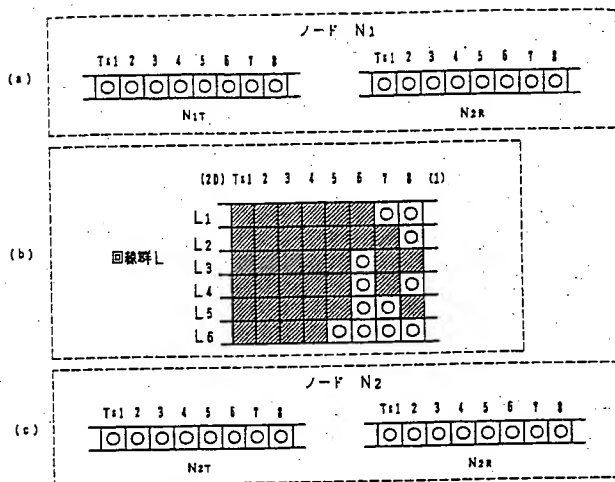
特許出願人 日本電信電話株式会社
代理人 弁理士 井出直孝



実施例（システム構成）
第 1 図



实施例（回線割当説明図）
第 2 図



従来例

第 3 図

FULL TRANSLATION OF JAPANESE UNEXAMINED PATENT PUBLICATION
(KOKAI) NO. 4-134995

Title of the Invention: Line Assignment Control System

Publication Date: May 8, 1992

Patent Application No.: 2-257734

Filing Date: September 26, 1990

(Inventors/Creators:

ONLY WHEN PARTICULARLY NECESSARY)

Applicants: Nippon Denshin Denwa K.K. (NTT Corporation)

2. SCOPE OF CLAIM FOR PATENT

1. A line assignment control system in a time division multiplex communication system including a line group including plural lines each of which is composed of time division communication channels, a plurality of nodes having line connection devices for connecting connected terminal equipments to said line group, and a line controller for controlling the communication state of said line group, characterized in that said line controller is constructed, for plural calls at different communication speeds, so as to assign a channel to each call based on the requests from various nodes, and includes idle time slot number control means that assign a communication channel when the number of idle time slots where no communication channel is assigned on the same time slot is equal to or greater than a predetermined number.

2. A line assignment control system according to claim 1, wherein, for plural communication speeds, said predetermined number of idle time slots is set individually for each communication speed.

3. A line assignment control system according to claim 1, wherein said predetermined number of idle time slots is set individually between each of the nodes.

3. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[Field of the Invention]

The present invention concerns a line assignment control system in a time division multiplex communication system.

More particularly, the present invention concerns a line assignment control system that controls the communication quality individually for each communication speed and between each node pair in a time division multiplex communication system that provides plural types of service at different communication speeds.

[Prior Arts]

In recent years, communication demand has been growing rapidly and large capacity of communication line has been increasingly required, whereas the communication demand has certain time distribution so that line construction based on the total sum of the maximum amount of communication volume for each terminal or node may lead to a problem of excessively high quality in terms of network construction.

Thus, in general, a bus type construction is employed in which a line can be shared among nodes so that the line configuration and number of line connection equipments may be varied flexibly so as to meet the requirements of a predetermined quality of communication. This system is realized as a FDMA system in which a line is utilized in multiplex communication on frequency axis, a TDMA system in which a line is utilized in multiplex communication on time axis, or the like. At present, a single carrier TDMA system is mainly employed in which a single line with the channel divided into time slots on time axis is shared among various nodes.

On the other hand, a multi-carrier TDMA system has been proposed for the purpose of the economy of subscriber stations which uses plural lines (line group) each with smaller capacity and which permits the connection equipment in each node to be connected to any one of these lines.

In a system that provides plural types of service at

different communication speeds, there is a problem that the quality of line is different depending upon the communication speed. Therefore, a line assignment control system is important since it can resolve the problem of the difference of the line quality at different communication speed by varying the condition of call loss.

As a prior system for line assignment control, a channel number reservation system has been known in which the difference of the number of maximum required channels and the number of channels for the call of interest is reserved in the line or line group connecting means for all nodes.

[Problems to Be Solved by the Invention]

In a single carrier TDMA system as described above, when a channel on the carrier is being used by a node, the time slot position corresponding to the channel cannot be used by any other node than the one using the channel, so that only the number of free channels needs to be managed and the prior system for channel number reservation can be realized by means of very simple logic circuits.

On the contrary, in a multi-carrier TDMA system, there are plural communication channels on a same time slot. Thus, when the prior system for channel number reservation is applied to a single carrier TDMA system, assignment can be performed if there are a number of idle channels available for channel assignment. In a multi-carrier TDMA system, however, assignment is not possible unless there are a required number of idle channels on different time slots.

An example is illustrated in Figs. 3(a), 3(b), and 3(c).

In Figs. 3(a), 3(b), and 3(c), N_1 and N_2 are nodes, N_{1T} and N_{2T} are transmitting units, N_{1R} and N_{2R} are receiving units of respective line connection equipments, L is a line group comprising individual lines $L_1 - L_8$, and $T_1 - T_8$ are time slots in which shaded ones represent channels being used and the circle \bigcirc represents an idle channel.

If there is only one call at a time in a two-way node, all the eight time slots are idle when a call originates. In

the state in which there are twelve idle channels in the line group as shown in Fig. 3(b), the number of idle channels having different time slots is four. This leads to a problem that channels can be assigned to a four channel call, but not to a six channel call since there are not sufficient time slots in the line group.

It is an object of the present invention to resolve above described problem and to provide, in a time division multiplex communication system which provides plural types of service at different communication speeds in a multi-carrier TDMA system, a line assignment control system that is capable of assigning communication channels in order to attain efficient utilization of lines without giving rise to difference of communication quality at different communication speeds.

[Means for Solving the Problems]

According to the present invention, in a time division multiplex communication system comprising a line group which includes a plurality of lines each composed of time division communication channels, plural nodes having line connection equipments for connecting connected terminals to said line group, and a line controller for controlling the communication state of said line group, a line assignment control system is provided, characterized in that, for a plurality of calls at different communication speeds, said line controller is constructed so as to assign a channel to each call based on the requests from various nodes, and includes idle time slot number control means that assign a communication channel when the number of idle time slots where no communication channel is assigned to the same time slot is equal to or greater than a prescribed number.

In the present invention, preferably, for plural communication speeds, said predetermined number of idle time slots is set individually for each communication speed.

Also preferably, in the present invention, said predetermined number of idle time slots is set individually

between each node pair.

[Operations]

The line controller manages, using the free time slot number control means, the communication channels in the line group by the time position of time slots divided on time axis. For the plural lines in this line group, it assigns a communication channel only if the number of idle time slots for which one or more unused communication channels exist is equal to or greater than a predetermined number that can be set arbitrarily for all communication, between each node pair, or for each communication speed, and it does not assign communication channel if said number of idle time slots is less than the predetermined number.

Therefore, the communication quality can be flexibly controlled at each communication speed and between each pair of connection equipments, and difference of communication quality at different communication speeds can be eliminated.

[Description of the Preferred Embodiments]

The present invention will now be described in detail with reference to the drawings showing embodiments thereof.

Figure 1 is a block diagram showing an embodiment of the present invention. A time division multiplex communication system according to a multi-carrier TDMA communication scheme is shown in this figure.

In a time division multiplex communication system comprising a line group L in which there are plural lines L_1 ~ L_n , each composed of time division communication channels, a plurality of nodes N_1 ~ N_n having line connection equipments N_{11} ~ N_{nn} , respectively, for connecting the connected terminals T_{11} ~ T_{nn} to the line group L, and a line controller C for managing the communication state of the line group L, a line assignment control system according to the present embodiment of the invention is characterized in that the line controller C is constructed so as to assign, for plural calls at different communication speeds, a channel to each call based on requests from the nodes N_1 ~ N_n , and

includes idle time slot number control means C, for assigning a communication channel when the number of idle time slots that have no communication channel assigned to the same time slot is equal to or greater than a predetermined number.

The predetermined number of idle time slots may be set, for plural communication speeds, individually at each communication speed, or alternatively, the predetermined number of idle time slots may be set individually between each node pair.

Next, the operation of the present embodiment will be described with reference to explanatory views of Figs. 2(a) ~ 2(d) illustrating the line assignment. The figures represent a case where the line group L includes individual lines $L_1 \sim L_n$, and there are 10 time slots $T_{1,1} \sim T_{1,10}$. In the figures, a shaded portion represents a channel being used, the circle O represents an idle channel, and the number surrounded by the circle O in the bottom line represents the number of idle channels that belong to the time slot.

In the line group connection equipment $N_{1,1} \sim N_{n,n}$ of the nodes $N_1 \sim N_n$, the transmitting units and receiving units ($N_{1,T}$, $N_{1,R}$) are capable of being connected at the time slots $T_{1,1} \sim T_{1,N}$ for each node to the time slots $T_{1,1} \sim T_{1,N}$ of different lines $L_1 \sim L_n$, respectively.

When a call originates at the terminal $T_{1,1}$, information concerning required number of channels is sent from the line group connection $N_{1,1}$ to the line controller C, and the line controller C counts the number of time slots containing unused channels on the line and performs line assignment. Using the idle time slot number control means C, a communication path is set that extends from the line group connection $N_{1,1}$ of the call outgoing node N_1 via a control line to the line group connection equipment $N_{2,1}$ of the call incoming node N_2 , thereby connecting the terminal $T_{1,1}$ to the terminal $T_{2,1}$.

Line assignment control in this case will be described

below with reference to FIGS. 2(a) - 2(d).

There can be zero to six unused channels in each of the time slots $T_{1,1}$ ~ $T_{1,10}$ of the line group L. Using the idle time slot number control means C, the line controller C counts the number of time slots containing unused channels on the line irrespective of the number of unused channels in each time slot. In Fig. 2(a), there is an unused channel (or, channels) in nine time slots except the time slot $T_{1,9}$ in which all the channels are being used. If the number of idle time slots is less than a predetermined number set for the communication speed or between the nodes, line assignment is not performed.

The conditions of the call loss between the nodes where the smaller values of the predetermined number are set are more tolerant than those where the larger values of the predetermined number are set, and therefore the quality of communication is improved.

Here, a case where a call requiring two channels and a call requiring six channels arise mixedly as two-way call at the same communication speed both in upward and in downward directions is considered as an example, and channel assignment is performed for two channel call so as to leave four time slots for the difference between six channel call and two channel call.

When a six channel call originates, a line assignment control system retrieves unused channels starting from the next time slot position following the end of the previous retrieval, and after confirming the existence of six or more time slots having unused channels, channels are assigned as shown by the symbol A in Fig. 2(b) so as to leave as many time slots having unused channels as possible.

For the next six channel call, channels are assigned in the same manner as shown by the symbol B in Fig. 2(c).

If two channels are assigned to the two channel call that originates next, the number of remaining time slots having unused channels turns out to be three, so that the

assignment is not performed, resulting in a call loss.

Thus, for the originating call that requires two channels in certain state, it is determined whether or not unused channels can be left in as many time slots on the line as the difference from the maximum number of channels required by a call, in this case whether or not four or more time slots having unused channels can be left, before performing line assignment.

With the construction as described above, by determining in this state whether or not channels on the line may be assigned based upon the same condition irrespective of the communication speed of the originating call, occurrence of the difference of communication quality at different communication speeds can be largely avoided.

By arbitrarily setting the predetermined number between nodes, or at each communication speed, the quality of communication of a specific service or between specific nodes can be varied when services at different communication speeds such as communication with different communication speeds in upward or downward direction, multiple access communication, or the like, mixedly exist in the line group.

[Effect of the Invention]

As has been described before, by using the line assignment control system according to the present invention, the condition for determining whether or not channel assignment on the line should be performed can be controlled flexibly, and the difference of the communication quality at different communication speeds, or between different node pair, can be reduced. The present invention has also the effect of enabling the communication quality of a specific service, or between specific connection equipments, to be controlled flexibly.

In addition, according to the present invention, only the number of free time slots having unused channels on the line needs to be managed so that influence upon the control processing is small and a simple control theory allows the

present invention to be realized.

4. Brief Description of the Drawings

Figure 1 is a block diagram showing the construction of an embodiment of the present invention;

Figs. 2(a) ~ 2(d) are views useful for explaining the method of line assignment according to this embodiment; and

Figs. 3(a) ~ 3(c) are views useful for explaining the prior method of line assignment.

(Reference Indications)

C....line controller,
C_a....free time slot number control means,
L....line group,
L₁ ~ L_x....line,
N₁ ~ N_n....node,
N_{1a} ~ N_{na}....line connection equipment,
N_{1x} ~ N_{nx}....receiving unit,
N_{1x}, N_{2x}....transmitting unit,
T₁₋₁ ~ T_{n-n}....terminal,
T_{1,1} ~ T_{n,N}....time slot